

Departement für Pferde, Klinik für Pferdemedizin  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor Klinik für Pferdemedizin: Prof. Dr. med. vet. Colin C. Schwarzwald

Arbeit unter wissenschaftlicher Betreuung von Dr. med. vet. Angelika Schoster

**Antibiotikaeinsatz in der Pferdepraxis in  
Deutschland, in Österreich und in der Schweiz**

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

**Julie Emmanuelle Schwechler**

Tierärztin  
aus Colmar, Frankreich

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. med vet. Colin C. Schwarzwald, Referent  
Prof. Dr. med. vet. René van den Hoven, Koreferent

**2016**

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung Deutsch.....</b>	<b>1</b>
<b>Zusammenfassung Englisch.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Indikation zur Antibiotikabehandlung .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Auswahl eines Antibiotikums.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Pharmakodynamische Aspekte .....	5
1.2.2. Pharmakokinetische Aspekte .....	7
<b>1.3. Kultur und Antibiogramm .....</b>	<b>8</b>
1.3.1. Diffusion.....	9
1.3.2. Dilution.....	9
1.3.3. Interpretation .....	9
<b>1.4. Resistenzmechanismen .....</b>	<b>10</b>
1.4.1. Natürliche oder Primärresistenz .....	10
1.4.2. Erworbene oder Sekundärresistenz .....	11
1.4.3. Beta-Lactamase .....	11
1.4.4. MRSA.....	12
<b>1.5. Antibiotikaklassen.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6. Einsatz von Antibiotika und ‚antimicrobial Stewardship‘ bei Pferden.....</b>	<b>15</b>
<b>1.7. Ziel der Studie .....</b>	<b>17</b>
<b>2. Material und Methoden.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Studiendesign.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Zielgruppe .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3. Fragebogen.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. Antibiotikadosierungen .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. Statistische Auswertung.....</b>	<b>20</b>

---

<b>3. Resultate.....</b>	<b>21</b>
3.1. Antwortraten .....	21
3.2. Demographische Daten der Befragten .....	21
3.3. Einflussfaktoren zum Verschreibungsverhalten von antimikrobiellen Therapien .....	24
3.4. Klinische Fallszenarien .....	25
3.5. Verschriebene Antibiotikadosierungen.....	29
3.6. Perioperativer Antibiotikagebrauch .....	29
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>32</b>
<b>5. Schlussfolgerungen .....</b>	<b>37</b>
<b>Referenzen.....</b>	<b>38</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>43</b>
<b>Danksagung</b>	
<b>Curriculum vitae</b>	

**Zusammenfassung DE**

Antibiotikaresistenz stellt ein zunehmendes Problem dar. Das Ziel dieser Studie war es, die antimikrobielle Verschreibungspraxis von Pferdepraktikern in Österreich, in Deutschland und in der Schweiz zu untersuchen.

Die Mitglieder der jeweiligen Fachverbände erhielten einen Fragebogen mit sechs klinischen Fallszenarien. Die Wahl einer antimikrobiellen Therapie und deren Dosierung wurden mit den Angaben der Zulassungsbehörden und den wissenschaftlichen Empfehlungen verglichen.

Es wurden von 36-84% der Befragten Antibiotika ohne Indikation verwendet und 4-11% gaben die Verwendung von Reserveantibiotika an. Der Gebrauch von Cephalosporinen der 3. und 4. Generation korrelierte mit der Art der Praxis und der Anzahl angestellter Tierärzte. Der Einsatz von Fluorchinolon war zusammenhängend mit der Anzahl beschäftigter Tierärzte. Verglichen mit den Empfehlungen der jeweiligen Zulassungsbehörden haben 15 von 130 (12%) der Befragten die angegebenen Antibiotika unterdosiert, im Vergleich zu wissenschaftlichen Empfehlungen war dies bei 109/151 (72%) der Fall.

Der unsachgemäße Gebrauch von Antibiotika aufgrund fehlender Indikation, inadäquater Wirkstoffwahl sowie längerer als einmaliger peri-operativer Gabe wurde dokumentiert.

Antibiotika wurden zudem häufig unterdosiert.

Stichwort: Antibiotika, Pferde, Resistenzen

**Summary EN**

Antimicrobial resistance is a growing concern. Data from several countries show inappropriate use of antimicrobials among equine veterinarians. The objective of this study was to investigate the antimicrobial prescribing practices of equine veterinarians in Austria, Germany and Switzerland.

All members of the equine veterinary associations of the three countries received an online questionnaire including six clinical scenarios. Antimicrobial choice and dosage were compared to each country's licensing bodies and current published scientific guidelines.

Antimicrobials were used without indication by 36-84% of respondents, 4-11% selected a critical important antimicrobial (CIA). Use of third or fourth generation cephalosporins was associated with type of practice and number of veterinarians employed. Fluoroquinolone use was associated with number of veterinarians employed. Fifteen of 130 (12%) respondents underdosed antimicrobials compared to the licensed dose rates and 109/151 (72%) compared to current scientific guidelines.

Inappropriate use of antimicrobials occurred, evidenced by extended peri-operative use, use without indication, and inappropriate choice of antimicrobial drug. Underdosing in relation to scientific evidence was common.

Keywords: antibiotics, horses, resistance

## **1. Einleitung**

Seit der Entdeckung des Penicillins durch Alexander Fleming im Jahre 1928 konnte die Mortalitätsrate bei bakteriellen Infektionen signifikant gesenkt werden<sup>1</sup>. Mit dem Einsatz von Antibiotika wurde allerdings auch die Entwicklung von Resistenzmechanismen sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin gefördert<sup>2, 3</sup>. Insbesondere der Missbrauch von parenteral eingesetzten antimikrobiellen Wirkstoffen fördert die Entstehung und Entwicklung bakterieller Resistenzen<sup>4-6</sup>. Weitere Studien haben gezeigt, dass die durch unsachgemässen Antibiotikaeinsatz entstehenden, multiresistenten Erreger zu erhöhten Mortalitätsraten führen<sup>7</sup>. Es sterben jährlich etwa 25'000 Menschen weltweit infolge multiresistenter Keime<sup>8</sup>. In der Pferdemedizin werden häufig Antibiotika ohne Anzeichen für eine bakterielle Infektion eingesetzt<sup>9, 10</sup>. Eine Studie in England hat ergeben, dass die Auswahlkriterien für die Wahl einer Antibiotikaklasse oder eines bestimmten Präparates häufig Kosten und Applikationsart sind<sup>9</sup>. Zudem werden Antibiotika regelmässig unterdosiert<sup>9</sup>. Alle diese Faktoren tragen zur Resistenzentwicklung bei. Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Eigenschaften von in der Pferdemedizin relevanten antimikrobiellen Wirkstoffen sowie die prädisponierenden Faktoren in Bezug auf die Entwicklung von Antibiotikaresistenzen kurz erläutert.

### **1.1. Indikation zur Antibiotikabehandlung**

Eine bakterielle Infektion oder deren Prophylaxe ist die einzige Indikation für eine Anwendung von Antibiotika. Das Vorliegen einer solchen Infektion ist jedoch nicht immer eindeutig feststellbar. Fälschlicherweise wird das alleinige Vorherrschen von Fieber oft als Indikation für eine antimikrobielle Therapie gesehen. Fieber kann jedoch genauso viraler oder parasitärer Genese sein, als auch durch Drittsbstanzten und neoplastische Veränderungen verursacht werden<sup>1, 11</sup>.

Bei Vorliegen einer bakteriellen Infektion sollte abgewogen werden, ob eine solche lokal behandelt werden kann oder die Gabe von systemischen Antibiotika notwendig ist. In einer englischen Studie gaben die Pferdetierärzte als häufigste Indikation für eine antimikrobielle Therapie infizierte Wunden an, obschon kein Verdacht auf Beteiligung einer synovialen Struktur bestand. Weiter gaben 96% bzw. 80% der Befragten an, Antibiotika bei einer Wunde der Gliedmasse bzw. bei einer Pyodermie einzusetzen<sup>9</sup>. Ähnliche Ergebnisse erzielte eine europaweite Studie, wo Wunden und Dermatitisen als häufigste Indikation zur antimikrobiellen Therapie bei Pferden genannt wurden (25%), gefolgt von Atemwegserkrankungen und anderen Infektionen<sup>12</sup>.

### **1.2. Auswahl eines Antibiotikums**

Die Auswahl eines idealen Antibiotikums zur Therapie von bakteriellen Infektionen hängt von mehreren Faktoren ab. Hierzu zählen Faktoren der Pharmakodynamik, Pharmakokinetik sowie Wirtsfaktoren und bakterielle Faktoren (z.B. Resistenz).

### 1.2.1. Pharmakodynamische Aspekte

Im Unterschied zur Säugetierzellmembran wird die Bakterienzellwand durch ein Peptidoglykanskelett, der so genannten Mureinschicht, aufgebaut. Dabei werden zwei Gruppen mit unterschiedlicher Dicke der Mureinschicht unterschieden, die sich mittels der von Christian Gram entwickelten speziellen Färbemethode unterscheiden lassen. Man nennt sie daher Gram-positive (mit dicker Mureinschicht) und Gram-negative (mit dünner Mureinschicht) Bakterien<sup>13</sup>. Verschiedene Antibiotikaklassen sind in Ihrer Wirksamkeit auf Gram-negative oder Gram-positive Bakterien beschränkt, während andere beide Klassen abdecken und als ‚Breitspektrum‘-Antibiotikum bezeichnet werden.

Antibiotika werden aufgrund ihrer Angriffspunkte in der Bakterienzelle in verschiedene Gruppen eingeteilt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Antimikrobielle Wirkstoffgruppen und ihre Angriffsorte<sup>13, 14</sup>

Angriffsort	Wirkstoffgruppen
Zellwand	Beta-lactame (Penicilline, Cephalosporine)
Zytoplasmamembran	Polymyxin
Proteinbiosynthese	Tetrazykline, Aminoglykoside, Makrolide
DNA- /RNA-Synthese	Chinolone, Nitroimidazole, Rifampicin
Folsäuresynthese	Sulfonamide, Trimethoprim



Es wird unterschieden, ob ein Chemotherapeutikum direkt Bakterien abtötend (bakterizid) oder nur wachstumshemmend (bakteriostatisch) wirkt. Bei lebensbedrohlichen Infektionen sowie bei Beeinträchtigung des Immunsystems sind bakterizid wirksame Antibiotika vorzuziehen, da bei Bakteriostatika die Bakterien weiter agieren und lediglich das Wachstum gehemmt wird<sup>1</sup>. Einige antimikrobielle Wirkstoffe sind abhängig von der Konzentration sowohl bakteriostatisch als auch bakterizid (Benzylpenicillin) wirksam<sup>1</sup>.

Die Wahl der Dosierung und des Intervalls einer Antibiotikaapplikation ist abhängig vom pharmakodynamischen Aspekt der Zeit- bzw. Dosisabhängigkeit. Bei zeitabhängigen Antibiotikagruppen ist für eine erfolgreiche Therapie die Zeit ausschlaggebend, in welcher die Konzentration über der minimalen Hemmkonzentration (MHK) bleibt. Diese Präparate müssen abhängig von der Pharmakokinetik in regelmässigen Abständen mit kürzeren Intervallen verabreicht werden. Bei dosisabhängigen Antibiotika ist nicht die Zeit, sondern die ausreichende Konzentration über der MHK ausschlaggebend. Hier werden längere Dosierintervalle gewählt (Fluorchinolone, Aminoglykoside)<sup>1</sup>. Einige Antibiotikaklassen weisen je nach Zielgruppe (Gram-negativ oder Gram-positiv) Dosis- oder Zeitabhängigkeit auf<sup>1</sup>.

Der postantibiotische Effekt bezieht sich auf die Wirkung eines antimikrobiellen Mittels trotz sinkender Konzentration unterhalb der MHK. Einige dosisabhängige Antibiotika wie Fluorchinolone und Aminoglykoside zeigen damit eine verlängerte Wirkung im Gewebe. Die Plasmaspiegel sind daher nicht durch kürzere Behandlungsintervalle beizubehalten, um eine Wirkung zu erreichen. Dieser Effekt ist umso besser, desto höher die Anfangsdosis festgelegt wird. Bei Gram-positiven Bakterien ist fast bei allen Wirkstoffen ein postantibiotischer Effekt erzielbar, bei Gram-negativen bleibt dieser jedoch aus<sup>13</sup>.

### 1.2.2. Pharmakokinetische Aspekte

Antibiotika können lokal oder systemisch sowie enteral oder parenteral verabreicht werden. Je nachdem muss der Wirkstoff verschiedene chemische und physikalische Barrieren überwinden. Bei enteraler Applikation muss das Präparat besonders widerstandsfähig gegenüber niedrigen pH Werten sein. Beim Pferd kann der pH-Wert im Magen zwischen 1.5 und 6.8 variieren . Darüber hinaus wird der Magen nie vollständig entleert, was die Pharmakokinetik eines enteral verabreichten Wirkstoffes beeinflussen kann<sup>15</sup>.

Unter der Bioverfügbarkeit versteht man die Eigenschaft eines verabreichten Wirkstoffes, den Kreislauf nach Verabreichung effektiv zu erreichen. Bei intravenöser Applikation werden sämtliche Barrieren und Resorptionswege umgangen, die Bioverfügbarkeit beträgt 100%. Bei alternativer systemischer oder enteraler Verabreichung wird diese erheblich durch verschiedene Faktoren beeinflusst<sup>13</sup>.

Aus den oben genannten Gründen wird bei Pferden in der Regel eine parenterale Applikation bevorzugt. Bei intravenöser Applikation kommt es direkt zur Verteilung im Kreislauf und im Gewebe. Dabei spielt es eine Rolle, wie stark die Bindung eines Wirkstoffes an die Plasmaproteine ist. Je stärker die Plasmaproteinbindung, desto länger dauert es, bis ein Wirkstoff verteilt und ausgeschieden wird. Dadurch wird also die Gewebeverteilung eines Antibiotikums verschlechtert und der Wirkungseintritt am Infektionsherd verzögert. Ungebundene Wirkstoffe weisen die beste Wirkung am Zielgewebe auf. Lipophile Antibiotika penetrieren Gewebescheiden (bis auf die Blut-Hirnschranke) rascher und werden auch enteral besser resorbiert<sup>13</sup>.

Wie rasch ein Medikament ausgeschieden wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Anhand der *Clearance* kann man erkennen, wie rasch eine Substanz aus dem Körper eliminiert wird. Sie beschreibt die Elimination eines Stoffes aus dem Blutplasma in einer bestimmten Zeit. Die *Halbwertszeit* beschreibt die Zeit, in welcher 50% einer Substanz aus dem Körper eliminiert wird. Sie ist für jeden Wirkstoff tierartspezifisch unterschiedlich. Wasserlösliche Substanzen haben in der Regel eine kürzere Halbwertszeit und werden rascher über die Niere ausgeschieden. Fettlösliche Substanzen hingegen verbleiben länger im Gewebe<sup>13</sup>. Diverse Studien haben jedoch ergeben, dass die Errechnung von Dosierungen aufgrund der Plasmakonzentrationen zu erheblichen therapeutischen Fehlerquellen führen, da diese von der Konzentration eines Wirkstoffes im Zielgewebe abweichen. So wird oft mit subtherapeutischen Dosen behandelt, welche zur Entwicklung von Resistenzen beitragen<sup>16</sup>.

### **1.3. Kultur und Antibiotogramm**

Neben pharmakodynamischen und pharmakokinetischen Eigenschaften spielt die Empfindlichkeit eines Bakteriums gegenüber einem antimikrobiellen Wirkstoff eine essentielle Rolle. In wenigen Fällen handelt es sich um typische Krankheitsbilder, bei denen sowohl Erreger als auch die therapeutisch wirksamen Antibiotika bekannt sind, sodass bei jeder bakteriellen Infektion eine Kultur und ein Antibiotogramm empfohlen werden<sup>1</sup>. Die Erreger werden *in vitro* auf spezifischen Nährmedien kultiviert und mittels antibiotikabeschichteten Platten deren Empfindlichkeit gegenüber dem entsprechenden Wirkstoff ermittelt. Dies ermöglicht einen gezielten Einsatz von effektiv wirksamen Antibiotika und verhindert den Missbrauch und die damit erhöhte Gefahr von Resistenzentwicklung. Es wird zwischen zwei Formen von Resistenzprüfungen unterschieden, der Diffusions- und der Dilutionsmethode<sup>1</sup>.

### 1.3.1. Diffusion

Am häufigsten wird der Agardiffusionstest verwendet, bei dem ein mit Antibiotika beschichtetes Plättchen auf ein Nährmedium (Mueller-Hinton) aufgetragen wird. Das Antibiotikum diffundiert und bildet einen Hemmhof um das Plättchen. Die Erreger werden aussen aufgetragen und bilden, je nach Empfindlichkeit, unterschiedlich grosse Kulturen in Richtung Plättchen und werden somit kategorisch in empfindlich, intermediär oder resistent eingestuft. Alternativ werden zur quantitativen Bestimmung Teststreifen mit einem Wirkstoffgradienten (E-Test) verwendet. Diese eignen sich zusätzlich zur Bestimmung der MHK<sup>1</sup>.

### 1.3.2. Dilution

Mit Hilfe von Reihenverdünnungstests kann quantitativ die MHK einzelner Antibiotika ermittelt werden. Hierzu verwendet man feste Medien (Agardilution), Bouillon-beschickte Röhrchen (Makrodilution) oder Mikrotiterplatten (Mikrodilution)<sup>1</sup>.

### 1.3.3. Interpretation

Sowohl die Diffusions- als auch die Dilutionsmethodik erweisen sich als wichtige Entscheidungshilfen bei der Therapiewahl. Mittels Dilutionstechnik können minimale Hemmstoffkonzentrationen als Indikator zur Wahl der Dosierung und des Applikationsintervalls eines Wirkstoffes dienen<sup>1</sup>. Diese sind jedoch aufwändiger und zeitintensiver anzufertigen als einfache Diffusionstests auf Agarplatten und eignen sich somit weniger für ein Praxislabor.

Resistenztests sind ein wichtiger Bestandteil der auf Evidenz basierenden Medizin und dienen dem umsichtigen Gebrauch (Engl. *prudent use*) von Antibiotika. Jedoch stellen *in vitro* Tests nur eine ungefähre Aussage über die effektiven Verhältnisse im *in vivo* Zielgewebe dar. Hier müssen tierartspezifische Unterschiede und die verschiedenen, oben genannten pharmakodynamischen- und kinetischen Faktoren stets berücksichtigt werden. Weitere Analysemethoden stellen spezifische Resistenzgentests dar<sup>1</sup>. Trotz der Wichtigkeit in Bezug auf die Resistenzproblematik werden in der Praxis selten Tests gemacht<sup>17</sup>.

## **1.4. Resistenzmechanismen**

### **1.4.1. Natürliche oder Primärresistenz**

Einige antimikrobielle Wirkstoffklassen sind rein aufgrund ihrer pharmakologischen Eigenschaften und Wirkweisen unwirksam gegen bestimmte Erregergruppen<sup>13</sup>. Die sogenannte chromosomale Resistenz basiert auf der bereits auf genetischer Ebene bestehenden Resistenzeigenschaften und wird durch bakterielle Zellteilung weitergegeben.

#### 1.4.2. Erworbene oder Sekundärresistenz

Es gibt mehrere Mechanismen für erworbene Resistenz. Sie kann primär durch eine spontane Mutation im Genom eines Bakteriums zufällig entstehen und über Zellteilung weitergegeben werden, oder aber die Mutation entsteht sekundär durch direkten Kontakt mit einem antimikrobiellen Wirkstoff. Dadurch entstehen Veränderungen in der Bakterienstruktur, die beispielsweise die Aufnahme eines Chemotherapeutikums in die Bakterienzelle verhindert, oder aber es entstehen Antibiotika-schädigende Enzyme wie Beta-Lactamasen oder Cephalosporinasen<sup>13</sup>. Die erworbenen Resistenzen werden oftmals über so genannte Plasmide, d.h. über extrachromosomal lokalisierte Gene, übertragen. Dies geschieht durch direkte Übertragung mittels Zellkontakt, der Konjugation, oder sie werden durch Transduktion über Bakteriophagen auf andere Bakterienzellen übermittelt<sup>13</sup>. Die Entstehung von erworbenen Resistenzen wird durch Kontakt mit Antibiotika gefördert und erklärt die Dringlichkeit eines überlegten Einsatzes in jedem einzelnen Fall.

#### 1.4.3. Beta-Lactamasen

Das chromosomale oder plasmidgebundene mutierte Gen induziert die Bildung von vier Hauptgruppen von Enzymen, welche den Beta-Lactamring der gleichnamigen Antibiotika hydrolysieren und die Antibiotika somit unwirksam machen. Sie werden von allen Gram-negativen Bakterien, wie zum Beispiel *Escherichia coli* und *Klebsiellen*, jedoch auch von einigen Gram-positiven Keimen gebildet<sup>1</sup>. Da die Wirkungsweise und die Strukturen der Hunderten von verschiedenen Beta-Lactamasen sehr komplex sind, werden sie in der Literatur auf verschiedene Weisen kategorisch nach Molekularstruktur oder in funktionelle Gruppen eingeteilt<sup>1, 18, 19</sup>. Das rapide Wachstum der verschiedenen Beta-Lactamase Gruppen korreliert mit dem weit verbreiteten Gebrauch und Missbrauch von Beta-Lactam

Antibiotika<sup>20</sup>. Die Wichtigkeit in der öffentlichen Gesundheit lässt sich anhand der Ausbreitung von Beta-Lactamasen mit erweitertem Spektrum (*Extended Spectrum Beta-Lactamase, ESBL*) in Hospitalismuskemen wie *Escherichia coli* und *Klebsiella pneumoniae* darstellen. Diese Erreger haben Gruppen-übergreifende Resistenzen gegen Penicilline, Cephalosporine und sogar Carbapeneme entwickelt<sup>21</sup>.

#### 1.4.4. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*

Eine weitere wichtige Gruppe von multiresistenten Keimen spielen die Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA). Die Gram-positiven und potentiell pathogenen Keime werden sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin häufig isoliert und treten auch in Nahrungsmitteln auf. Mit der Entdeckung von Methicillin, einem Penicillinase-festen Beta-Lactam-Antibiotikum, gelang ein grosser Schritt im Kampf gegen antibiotikaresistente Erreger<sup>1</sup>. Es dauerte jedoch nicht lange, bis die ersten Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* in den siebziger Jahren nachgewiesen wurden<sup>22</sup>. Mittlerweile sind MRSA jedoch multiresistent gegenüber fast allen Antibiotikagruppen wie Aminoglykoside, Makrolide, Tetrazykline und Chinolone<sup>1</sup>. Methicillin wird heute nur noch als Indikator zum Nachweis von MRSA verwendet, wobei in der Diagnostik häufig aber auch einfach die Resistenzgene mittels PCR nachgewiesen werden. In verschiedenen Studien wurde die Wichtigkeit der Übertragung der Methicillin-Resistenz zwischen Mensch und Tier bzw. umgekehrt<sup>2, 23</sup> sowie das gehäufte Auftreten von MRSA-positiven Wundinfektionen nach Operationen dargestellt<sup>3, 24</sup>. Das Auftreten von MRSA in Pferdekliniken und Kleintierspitälern und die gegenseitige Übertragung zwischen Patienten und Klinikpersonal machen deutlich, dass hier eine erhebliche Gefährdung der Mensch- und Tiergesundheit in engem Zusammenhang steht<sup>21, 25</sup>.

### 1.5. Antibiotikaklassen

Die folgende Tabelle soll eine Übersicht über die in der Pferdemedizin gebrauchten Antibiotikaklassen und ihre besonderen pharmakokinetischen Eigenschaften in Bezug auf den Gebrauch bei Equiden darstellen.

Verschiedene Präparate und Klassen sind bei Pferden zugelassen. Eine Anwendung ohne Zulassung ist möglich und bedarf einer so genannten Umwidmung. Die offiziell zugelassenen Präparate beschränken sich hauptsächlich auf die Klassen der Betalactame, Trimethoprim-Sulfonamide, Aminoglykoside und Tetracykline. Eine aktuelle Übersicht über zugelassene Antibiotika bei Pferden in Deutschland, in Österreich und in der Schweiz kann jeweils hier gefunden werden:

Deutschland: <http://www.pharmnet-bund.de/dynamic/de/am-info-system/index.html>

Österreich: <https://aspreregister.basg.gv.at>

Schweiz: [http://www.vetpharm.uzh.ch/perldocs/index\\_t.htm](http://www.vetpharm.uzh.ch/perldocs/index_t.htm)